CiUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA	**PAAU (LOXSE)**	**Código:**
	Setembro 2004	**22**

FÍSICA

Elegir y desarrollar una de las dos opciones propuestas.
Puntuación máxima: Problemas 6 puntos (1,5 cada apartado) Cuestiones 4 puntos (1 cada cuestión, teórica o práctica)
No se valorará la simple anotación de un ítem como solución a las cuestiones teóricas. Puede usarse calculadora siempre que no sea programable ni memorice texto.

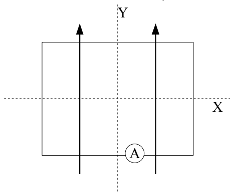
OPCIÓN 1

PROBLEMAS

1.- La masa de la Luna respecto a la Tierra es 0,0112 M_T y su radio es R_T / 4. Dado un cuerpo cuyo peso en la Tierra es 980 N (g_0 = 9,80 m·s^{-2}), calcula: a) La masa y el peso del cuerpo en la Luna. b) La velocidad con la que el cuerpo llega a la superficie lunar si cae desde una altura de 100 metros.

2.- Un objeto de 5 cm de altura, está situado a una distancia x del vértice de un espejo esférico cóncavo, de 1 m de radio de curvatura; calcula la posición y tamaño de la imagen: a) Si x = 75 cm. b) Si x = 25 cm (en los dos casos dibuja la marcha de los rayos)

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones:



1.- Una espira rectangular está situada en un campo magnético uniforme, representado por las flechas de la figura. Razona si el amperímetro indicará paso de corriente: A) Si la espira gira alrededor del eje *Y*. B) Si gira alrededor del eje *X*. C) Si se desplaza a lo largo de cualquiera de los ejes *X* o *Y*.

2.- Si un oscilador armónico se encuentra en un instante dado en una posición x que es igual a la mitad de su amplitud ($x = A/2$), la relación entre la energía cinética y potencial es: A) $E_c = 3\ E_p$. B) $E_c = 2\ E_p$. C) $E_c = E_p$.

3.- La luz generada por el Sol: A) Está formada por ondas electromagnéticas de diferente longitud de onda. B) Son ondas que se propagan en el vacío a diferentes velocidades. C) Son fotones de la mesma energía.

CUESTIÓN PRÁCTICA: En el estudio estático de un resorte se representan variaciones de longitud (Δl_i) frente as fuerzas aplicadas (F_i), obteniendo una línea recta. En el estudio dinámico del mismo resorte se representan as masas (m_i) frente os cuadrados de los períodos (T_i^2), obteniéndose también una recta. ¿Tienen las dos la misma pendiente? Razona la respuesta.

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

1.- El tritio (^3_1H) es un isótopo del hidrógeno inestable con un período de semidesintegración $T_{1/2}$ de 12,5 anos, y se desintegra emitiendo una partícula beta. El análisis duna muestra en una botella de agua muestra que la actividad debida al tritio es el 75 % de la que presenta a agua en el manantial de origen, calcula: a) El tempo que leva embotellada a agua de la muestra. b) La actividad de una muestra que contiene 10^{-6} g de ^3_1H . (N_A = 6,02·10^{23} mol^{-1})

2.- La función de onda que describe la propagación de un son es $y(x) = 6\cdot 10^{-2} \cos(628\ t - 1{,}90\ x)$ (magnitudes en el sistema internacional). Calcula: a) La frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación. b) La velocidad y la aceleración máximas de un punto cualquiera del medio en el que se propaga la onda.

CUESTIONES TEÓRICAS: Razona las respuestas a las siguientes cuestiones

1.- En el movimiento de la Tierra alrededor del Sol: A) Se conservan el momento angular y el momento lineal. B) Se conservan el momento lineal y el momento de la fuerza que los une. C) Varía el momento lineal y conserva se el angular.

2.- Cuando se dispersan rayos X en grafito, se observa que emergen fotones de menor energía que la incidente i electrones de alta velocidad. Este fenómeno pode explicarse por: A) Una colisión totalmente inelástica entre un fotón y un átomo. B) Elástica entre un fotón y un electrón. C) Elástica entre dos fotones.

3.- Dos espejos planos están colocados perpendicularmente entre si. Un rayo de luz que se desplaza en un tercer plano perpendicular a los dos, se refleja sucesivamente en los dos espejos. El rayo reflejado en el segundo espejo, con respecto al rayo original: A) Es perpendicular. B) Es paralelo. C) Depende del ángulo de incidencia.

CUESTIÓN PRÁCTICA: ¿Qué influencia tienen en la medida experimental de g con un péndulo simple, las siguientes variables: la masa, el número de oscilaciones, la amplitud de las oscilaciones?

Soluciones

OPCIÓN 1

PROBLEMAS

1. La masa de la Luna respecto a la Tierra es 0,0112 M_T y su radio es R_T / 4. Dado un cuerpo cuyo peso en la Tierra es 980 N (g_0 = 9,80 m·s^{-2}), calcula:
a) La masa y el peso del cuerpo en la Luna.
b) La velocidad con la que el cuerpo llega la superficie lunar si cae desde una altura de 100 m.
Rta.: a) m = 100 kg; P_L = 176 N; b) v_L = 18,7 m/s.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa de la Luna	$M_L = 0{,}0112\ M_T$
Radio de la Luna	$R_P = ¼\ R_T$
Peso en la Tierra	P_T = 980 N
Altura de la que cae	h = 100 m
Valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra	g_T = 9,80 m/s^2
Incógnitas	
Masa del cuerpo	m
Peso del cuerpo en la Luna	P_L
Velocidad con la que el cuerpo llega la superficie lunar	v
Otros símbolos	
Constante de la gravitación universal	G
Ecuaciones	
Ley de Newton de la gravitación universal (aplicada a la fuerza que ejerce un planeta esférico sobre un cuerpo puntual)	$F_G = G\dfrac{M\,m}{r^2}$
Peso	$P = m \cdot g$
2ª ley de Newton de la Dinámica	$\sum \overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Energía cinética	$E_c = ½\ m \cdot v^2$
Energía potencial gravitatoria (referida al suelo, supuesta g constante)	$E_p = m \cdot g \cdot h$

Solución:

a) De la expresión del peso:

$$m = P_T / g_T = 980\ [\text{N}] / 9{,}80\ [\text{m/s}^2] = 100\ \text{kg}$$

El peso es igual a la fuerza de atracción gravitatoria dada por la ley de Newton de la gravitación universal.

Para un objeto de masa m situado en la superficie de la Tierra, $P_T = G\dfrac{M_T m}{R_T^2} = 980\ \text{N}$

En la superficie de la Luna: $P_L = G\dfrac{M_L m}{R_L^2}$

Dividiendo esta última por la anterior:

$$\frac{P_L}{P_T} = \frac{G\dfrac{M_L m}{R_L^2}}{G\dfrac{M_T m}{R_T^2}} = \frac{M_L}{M_T}\frac{R_T^2}{R_L^2} = \frac{0{,}0112\,M_T}{M_T}\frac{R_T^2}{(¼\,R_T)^2} = 0{,}0112 \cdot 16 = 0{,}179$$

El peso en la Luna será:

$$P_L = 0{,}179\ P_T = 0{,}179 \cdot 980\ [\text{N}] = 176\ \text{N}$$

Análisis: El peso en la Luna es menor que en la Tierra, como era de prever. En los ejercicios suele usarse la aproximación de que la aceleración de la gravedad en la Luna es 1/6 de la de la Tierra. El valor obtenido (0,179) coincide con 1/6, pero tras repasar las operaciones debemos concluir que los datos no eran tan *precisos como parecían, y que cuando tomamos el radio de la Luna como un valor exacto, no tuvimos en cuenta que sólo era una aproximación. El número de cifras significativas entonces es una y no tres. En ese caso, el resultado final es de* 200 N*, o sea 1/5 del de la Tierra.*

b) Al caer desde un punto de altura h_p, próximo a la superficie de la Luna, la aceleración de la gravedad puede considerarse constante. Si la única fuerza que realiza trabajo es la gravitatoria, la energía mecánica se conserva.

$$(E_c + E_p)_h = (E_c + E_p)_{suelo}$$

La energía potencial de un objeto de masa m, que está a una altura h, en las proximidades de la Luna, se rige por la ecuación:

$$E_p = m \cdot g_L \cdot h$$

Sustituyendo,

$$0 + m \cdot g_L \cdot h = ½\, m\, v^2 + 0$$

de donde

$$v^2 = 2\, g_L\, h$$

El valor de la gravedad en la Luna puede obtenerse de su peso:

$$g_L = P_L / m = 176 \text{ [N]} / 100 \text{ [kg]} = 1{,}76 \text{ m/s}^2$$

La velocidad que alcanza un cuerpo el caer desde una altura de h = 100 m hasta el suelo, en la Luna es

$$v=\sqrt{2\, g_L h}=\sqrt{2 \cdot 1{,}76 \text{ [m/s}^2] \cdot 100 \text{ [m]}}=18{,}7 \text{ m/s}$$

2.- Un objeto de 5 cm de altura está situado a una distancia *x* del vértice de un espejo esférico cóncavo, de 1 m de radio de curvatura. Calcula la posición y tamaño de la imagen:
a) Si *x* = 75 cm
b) Si *x* = 25 cm
En los dos casos dibuja la marcha de los rayos.
Rta.: a) s' = -1,5 m; y' = -10 cm; b) s' = 0,5 m; y' = 10 cm.

Datos (convenio de signos DIN)		***Cifras significativas: 2***
Radio de curvatura del espejo		R = -1,0 m
Tamaño del objeto		y = 5,0 cm = 0,050 m
Posición del objeto:	en el primer caso	s_1 = -75 cm = -0,75 m
	en el segundo caso	s_2 = -25 cm = -0,25 m
Incógnitas		
Posición de la imagen en ambos casos		s_1', s_2'
Tamaño de la imagen en ambos casos		y_1', y_2'
Otros símbolos		
Distancia focal del espejo		f
Ecuaciones		
Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en los espejos		$\frac{1}{s'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{f}$
Aumento lateral en los espejos		$A_L=\frac{y'}{y}=\frac{-s'}{s}$
Relación entre la distancia focal y el radio de curvatura		$f = R / 2$

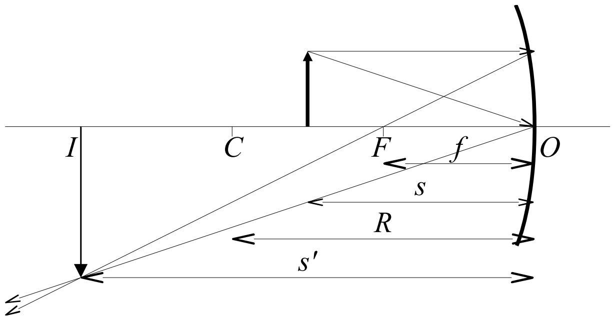
Solución:

a)

$f = R / 2 = -1,0\ [\text{m}] / 2 = -0,50\ \text{m}$

$$\frac{1}{s'}+\frac{1}{-0,75\ [\text{m}]}=\frac{1}{-0,50\ [\text{m}]}$$

$s' = -1,5\ \text{m}$



La imagen se encuentra la 1,5 m a la izquierda del espejo.

$A_L = -s' / s = 1,5\ [\text{m}] / -0,75\ [\text{m}] = -2$

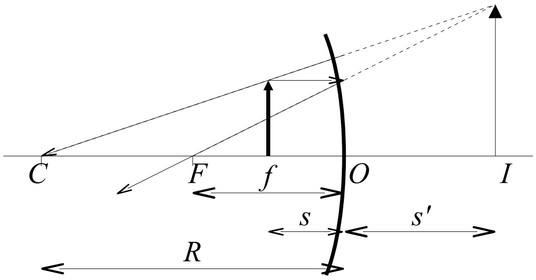
$y' = A_L \cdot y = -2 \cdot 5\ \text{cm} = -10\ \text{cm}$

La imagen es real, invertida y mayor (el doble).

b)

$$\frac{1}{s'}+\frac{1}{-0,25\ [\text{m}]}=\frac{1}{-0,50\ [\text{m}]}$$

$s' = +0,50\ \text{m}$



La imagen se encuentra a 0,50 m a la derecha del espejo.

$A_L = -s' / s = -0,50\ [\text{m}] / -0,25\ [\text{m}] = 2$

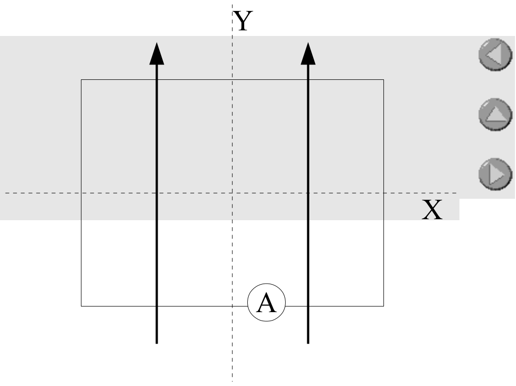
$y' = A_L \cdot y = 2 \cdot 5\ \text{cm} = 10\ \text{cm}$

La imagen es virtual, derecha y mayor (el doble)

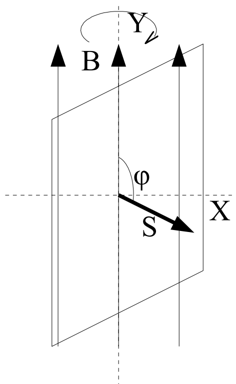
Análisis: En ambos casos, el resultado del cálculo coincide con el del dibujo.

CUESTIONES TEÓRICAS:

1.- Una espira rectangular está situada en un campo magnético uniforme, representado por las flechas de la figura. Razona si el amperímetro indicará paso de corriente:
A) Si la espira gira alrededor del eje *Y*.
B) Si gira alrededor del eje *X*.
C) Si se desplaza a lo largo de cualquier de los ejes *X* o *Y*.



Solución: B



La ley de Faraday – Lenz dice que se inducirá una corriente que se oponga a la variación de flujo a través de la espira. La f.e.m. de esa corriente será igual a la variación de flujo magnético respecto al tiempo.

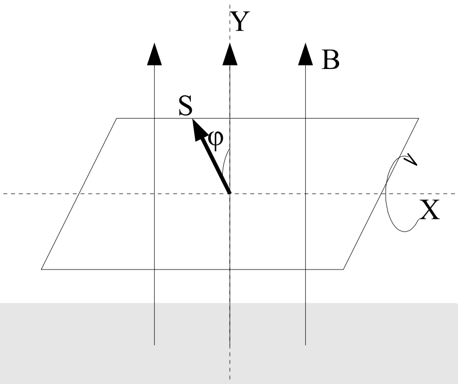
$$\varepsilon=\frac{-\mathrm{d}\,\Phi}{\mathrm{d}t}$$

El flujo magnético es el producto escalar del vector $\overline{\boldsymbol{B}}$ campo magnético por el vector $\overline{\boldsymbol{S}}$ perpendicular a la superficie delimitada por la espira.

$$\Phi = \overline{\boldsymbol{B}} \cdot \overline{\boldsymbol{S}} = B\ S \cos \varphi$$

Cuando la espira gira alrededor del eje *Y*, el flujo magnético no varía, puesto que es nulo todo el tiempo: las líneas del campo magnético no atraviesan la superficie de la espira ni cuando la espira está en reposo ni cuando gira alrededor del eje *Y*, pues son siempre paralelas al plano de la espira. El ángulo φ vale siempre $\pi/2$ rad y el $\cos \pi/2 = 0$.

Pero cuando la espira gira alrededor del eje X, las líneas de campo atraviesan la superficie plana delimitada por la espira, variando el flujo magnético desde 0 hasta un máximo cuando la espira está en el plano XZ perpendicular al eje Y que es el del campo magnético. Luego vuelve a disminuir hasta hacerse nulo cuando haya girado π rad.
Al desplazarse la espira, siempre paralelamente a las líneas de campo, el flujo seguirá siendo nulo en todos los casos.



2.- Si un oscilador armónico se encuentra en un instante dado en una posición *x* que es igual a la mitad de su amplitud (*x* = *A*/2), la relación entre la energía cinética y la potencial es:
A) $E_c = 3\ E_p$
B) $E_c = 2\ E_p$
C) $E_c = E_p$

Solución: A

La energía potencial de un oscilador armónico cuando la elongación vale x es:

$$E_p = ½\ k \cdot x^2$$

donde k es la constante elástica del oscilador.
Como la energía cinética es:

$$E_c = ½\ m \cdot v^2$$

La energía mecánica del oscilador vale:

$$E = E_c + E_p = ½\ m \cdot v^2 + ½\ k \cdot x^2$$

Para la elongación máxima o amplitud:

$$E = E_c + E_p = ½\ m \cdot 0^2 + ½\ k \cdot A^2 = ½\ k \cdot A^2$$

Como la fuerza elástica es una fuerza conservativa, la energía mecánica es una constante y valdrá lo mismo para cualquier elongación. Por lo tanto:

$$E = ½\ k \cdot A^2$$

Para el caso en el que $x = A / 2$,

$$E_p = ½\ k \cdot x^2 = ½\ k\ (A / 2)^2 = ¼\ (½\ k \cdot A^2) = ¼\ E$$

$$E_c = E - E_p = E - ¼\ E = ¾\ E$$

Se ve que $E_c = 3\ E_p$

3.- La luz generada por el Sol:
A) Está formada por ondas electromagnéticas de diferente longitud de onda.
B) Son ondas que se propagan en el vacío a diferentes velocidades.
C) Son fotones de la misma energía.

Solución: A

La luz del Sol es luz blanca. Newton ya demostró que, al pasar a través de un prisma de vidrio se dispersaba en varias colores que al pasar de nuevo por un segundo prisma, orientado adecuadamente, recomponían de nuevo la luz blanca. Aunque Newton pensaba que la luz estaba formada por un chorro de partículas, fue la hipótesis ondulatoria de su rival Huygens la que se fue comprobando a lo largo de los siglos. Así Young consiguió figuras de interferencia al hacer pasar luz a través de una doble rendija. Maxwell unificó la fuerza eléctrica y la magnética y vio que de cierta combinación de la permitividad eléctrica ε_0 y la permeabilidad magnética μ_0 del vacío, obtenía el valor de la velocidad de la luz.

$$c = (\varepsilon_0 \cdot \mu_0)^{-1/2}$$

Maxwell demostró que la luz es una superposición de un campo eléctrico oscilante que generaba un campo

magnético oscilante perpendicular al eléctrico que se propagaba por el vacío la 300 000 km/s.
Una luz monocromática tiene una longitud de onda determinada (entre 400 y 700 nm). Los colores del arco iris corresponden a una dispersión de la luz en sus componentes monocromáticas.
La opción B no puede ser correcta, ya que uno de los postulados de Einstein de la relatividad especial dice que la velocidad de la luz en el vacío es una constante, independientemente del sistema de referencia desde el que se mida.
La opción C tampoco es la correcta. Cuando la naturaleza ondulatoria de la luz estaba probada, la interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico demostró que la luz monocromática era también un chorro de partículas a las que llamó fotones, que tenían una energía dada por la ecuación de Planck

$$E = h \cdot f$$

donde h es la constante de Planck y f la frecuencia de la luz monocromática. En las experiencias del efecto fotoeléctrico se vio que al iluminar el cátodo con luz monocromática de distintas frecuencias, obtenidas por ejemplo, dispersando la luz blanca con un prisma, existía una frecuencia mínima o frecuencia umbral para que se produjese el efecto fotoeléctrico. Según la interpretación de Einstein, la luz que no producía el efecto fotoeléctrico era por que no tenía la energía suficiente.

CUESTIÓN PRÁCTICA:

En el estudio estático de un resorte se representan variaciones de longitud (Δl_i) frente a las fuerzas aplicadas (F_i), obteniéndose una línea recta. En el estudio dinámico del mismo resorte se representan las masas (m_i) frente a los cuadrados de los períodos (T_i^2), obteniéndose también una recta. ¿Tienen las dos la misma pendiente? Razona la respuesta.

Solución:

En el estudio estático se usa la ley de Hooke:

$$F = k \cdot \Delta l$$

Si Δl se representa en el eje de ordenadas, y las fuerzas F en el eje de abscisas, la pendiente de la recta será:

$$\text{pendiente estudio estático} = p_e = \Delta l \,/\, \Delta F = 1 \,/\, k$$

igual al inverso de la constante elástica del resorte.
En el estudio dinámico, la ecuación empleada es la relación entre la constante elástica k y la constante armónica ω

$$k = m \cdot \omega^2 = 4\,\pi^2\, m \,/\, T^2$$

En la representación, las masas están en el eje de ordenadas y los cuadrados de los períodos en el de abscisas. Entonces:

$$\text{pendiente estudio dinámico} = p_d = \Delta m \,/\, \Delta T^2 = k \,/\, (4\,\pi^2)$$

Por lo tanto la pendiente de la representación derivada del estudio dinámico debería ser:

$$p_d = k \,/\, (4\,\pi^2) = 1 \,/\, (p_e\, 4\,\pi^2)$$

distinta a la obtenida por el método estático.

OPCIÓN 2

PROBLEMAS

1.- El tritio (^3_1H) es un isótopo del hidrógeno inestable con un período de semidesintegración $T_{1/2}$ de 12,5 años, y se desintegra emitiendo una partícula beta. El análisis de una muestra en una botella de agua lleva a que la actividad debida al tritio es el 75 % de la que presenta el agua en el manantial de origen. Calcula:
a) El tiempo que lleva embotellada el agua de la muestra.
b) La actividad de una muestra que contiene 10^{-6} g de ^3_1H .
$N_A = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

Rta.: a) t = 5,2 años; b) A = 4×10⁸ Bq

Datos	***Cifras significativas: 3***
Período de semidesintegración	$T_{1/2}$ = 12,5 año = 3,94×10⁸ s
Actividad de la muestra	A = 75,0 % A_0
Masa de la muestra	m = 1,00×10⁻⁶ g = 1,00×10⁻⁹ kg
Número de Avogadro	N_A = 6,02×10²³ mol⁻¹
Incógnitas	
Tiempo transcurrido	t
Actividad radiactiva	A
Otros símbolos	
Constante de desintegración radiactiva	λ
Ecuaciones	
Ley de la desintegración radiactiva	$N = N_0\ e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln (N_0 / N) / t$
	Cuando $t = T_{1/2}$, $N = N_0 / 2$ $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$
Actividad radiactiva	$A = -dN / dt = \lambda \cdot N$

Solución:

a) Se calcula la constante radiactiva a partir del período de semidesintegración

$$\lambda=\frac{\ln 2}{T_{1/2}}=\frac{0{,}693}{3{,}94\times 10^{8}\ [\mathrm{s}]}=1{,}76\times 10^{-9}\ \mathrm{s}^{-1}$$

Despejando el tiempo de la ecuación de la ley de desintegración:

$$t=\frac{\ln(N_0/N)}{\lambda}=\frac{\ln(\lambda\cdot N_0/\lambda\cdot N)}{\lambda}=\frac{\ln(A_0/A)}{\lambda}=\frac{\ln(100/75{,}0)}{1{,}76\times 10^{-9}\ [\mathrm{s}^{-1}]}=1{,}64\times 10^{8}\ \mathrm{s}=5{,}19\ \text{años}$$

Análisis: Puesto que aún no se ha desintegrado ni la mitad de la muestra, el tiempo transcurrido debe ser menor que el período de semidesintegración.

b)

$$N=1{,}00\times 10^{-6}\ \mathrm{g}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}\ \frac{1\ \mathrm{mol}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}{3\ \mathrm{g}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}\ \frac{6{,}02\times 10^{23}\ \text{átomos}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}{1\ \mathrm{mol}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}\ \frac{1\ \text{núcleo}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}{1\ \text{átomo}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}}=2{,}01\times 10^{17}\ \text{núcleos}\ {}^{3}_{1}\mathrm{H}$$

$$A = \lambda \cdot N = 1{,}76\times 10^{-9}\ [\mathrm{s}^{-1}] \cdot 2{,}01\times 10^{17}\ [\text{núcleos}] = 3{,}53\times 10^{8}\ \mathrm{Bq}$$

2.- La función de onda que describe la propagación de un sonido es $y(x)$ = 6×10⁻²cos(628 t – 1,90 x) (magnitudes en el sistema internacional). Calcula:
a) La frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación.
b) La velocidad y la aceleración máximas de un punto cualquier del medio en el que se propaga la onda.

Rta.: a) f = 100 Hz; λ = 3,31 m; v_p = 330 m/s; b) $v_{máx}$ = 40 m/s; $a_{máx}$ = 2×10⁴ m/s²

Datos	***Cifras significativas: 3***
Ecuación de la onda	$y = 6{,}00\times 10^{-2} \cdot \cos(628\ t - 1{,}90\ x)$ m
Incógnitas	
Frecuencia	f
Longitud de onda	λ
Velocidad de propagación	v_p
Velocidad máxima	$v_{máx}$
Aceleración máxima	$a_{máx}$
Otros símbolos	
Posición del punto (distancia al foco)	x
Período	T

Ecuaciones

De una onda armónica unidimensional $y = A \cdot \text{sen}\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$

Número de onda $k = 2\pi / \lambda$

Frecuencia $f = 1 / T$

Relación entre la longitud de onda y la frecuencia $v_p = \lambda \cdot f$

Solución:

a) Comparando la ecuación de una onda armónica unidimensional con la ecuación dada queda:

Frecuencia: $2\pi / T = 2\pi \cdot f = 628$ [rad·s⁻¹] de donde $f = 100$ Hz

Longitud de onda: $2\pi / \lambda = 1{,}90$ [rad^{-1}] de donde $\lambda = 3{,}31$ m

Velocidad de propagación: $v_p = \lambda \cdot f = 3{,}31$ [m] · 100 [s^{-1}] = 331 m·s^{-1}

Análisis: La velocidad da un resultado parecido al de la velocidad del sonido en el aire.

b) Derivando la ecuación de movimiento, se obtiene:

$$v = \text{d}\, y / \text{d}\, t = -6{,}00\times10^{-2} \cdot 628 \cdot \text{sen}(628\, t - 1{,}90\, x)$$

La velocidad es máxima cuando · sen $\theta = 1$

$$|v_{\text{máx}}| = 6{,}00\times10^{-2}\ [\text{m}] \cdot 628\ [\text{s}^{-1}] = 37{,}7\ \text{m/s}$$

Volviendo la derivar,

$$a = \text{d}\, v / \text{d}\, t = -6{,}00\times10^{-2}\ [\text{m}] \cdot (628\ [\text{s}^{-1}])^2 \cdot \cos(628\, t - 1{,}90\, x) = 2{,}37\times10^4 \cos(628\, t - 1{,}90\, x)\ \text{m/s}^2$$

La aceleración es máxima cuando cos $\theta = 1$

$$|a_{\text{máx}}| = 2{,}37\times10^4\ \text{m/s}^2$$

(En el caso de que se tomase sólo una cifra significativa, ya que el dato amplitud 6×10^{-2} *sólo tiene una, los resultados serían:* $v_{\text{máx}} = 40$ m/s; $a_{\text{máx}} = 2\times10^4$ m/s²*)*

CUESTIONES TEÓRICAS

1.- En el movimiento de la Tierra alrededor del Sol:
A) Se conservan el momento angular y el momento lineal.
B) Se conservan el momento lineal y el momento de la fuerza que los une.
C) Varía el momento lineal y se conserva el angular.

Solución: C

El campo gravitatorio es un campo de fuerzas centrales en el que $\overline{\boldsymbol{F}}$ y $\overline{\boldsymbol{r}}$ son paralelos. Por lo tanto el momento $\overline{\boldsymbol{M}}_F$ de la fuerza será

$$\overline{\boldsymbol{M}}_F = \overline{\boldsymbol{r}} \times \overline{\boldsymbol{F}} = \overline{\boldsymbol{0}}$$

$$\overline{\boldsymbol{M}}_F = \text{d}\, \overline{\boldsymbol{L}} / \text{d}\, t = \overline{\boldsymbol{0}}$$

$$\overline{\boldsymbol{L}} = \overline{\textbf{\textit{constante}}}\ \text{(módulo y dirección)}$$

Esto representa el principio de conservación del momento cinético.

El momento lineal: $\overline{\boldsymbol{p}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{v}}$ no será constante, ya que el vector $\overline{\boldsymbol{v}}$, que es tangente la trayectoria de la órbita del planeta, cambia de dirección.

2.- Cuando se dispersan rayos X en grafito, se observa que emergen fotones de menor energía que la incidente y electrones de alta velocidad. Este fenómeno puede explicarse por:
A) Una colisión totalmente inelástica entre un fotón y un átomo.
B) Elástica entre un fotón y un electrón.
C) Elástica entre dos fotones.

Solución: B

Se conoce como efecto Compton, que junto a la interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico, sentó las bases de la naturaleza corpuscular de la luz (aunque sin abandonar su carácter ondulatorio). En él los electrones débilmente ligados a los átomos de carbono son golpeados por los fotones en un choque elástico. (Se conserva la energía, y también el momento lineal). Los rayos X dispersados salen con una energía menor, y, por tanto, su longitud de onda aumenta. La ecuación

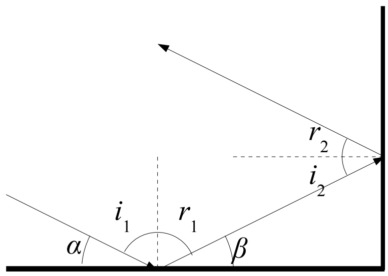
$$\lambda_f - \lambda_0 = \frac{h}{m \cdot c}(1 - \cos\theta)$$

da la la variación de la longitud de onda de la radiación emergente λ_f respecto a la emergente λ_0 en función del ángulo de dispersión θ. El término *h / mc* tiene dimensión de longitud y recibe el nombre de longitud de onda de Compton.
La opción A no puede ser correcta porque en un choque inelástico las partículas quedan pegadas. Cuando un fotón incide en un átomo, y la energía no llega para expulsar un electrón, se provoca un salto del electrón a un nivel de energía superior, y luego se emite un fotón cuando el electrón retorna a su nivel de energía más bajo.
La opción C tampoco es correcta. En un choque entre dos fotones, si la energía es suficiente y las condiciones adecuadas, se producirá un par electrón-positrón, de acuerdo con la ecuación de equivalencia entre masa y energía de Einstein: $E = m \cdot c^2$.

3.- Dos espejos planos están colocados perpendicularmente entre si. Un rayo de luz que se desplaza en un tercer plano perpendicular a los dos, se refleja sucesivamente en los dos espejos. El rayo reflejado en el segundo espejo, con respecto al rayo original:
A) Es perpendicular.
B) Es paralelo.
C) Depende del ángulo de incidencia.

Solución: B

Véase la figura. Si se llama α al ángulo que forma el rayo con el espejo horizontal, el ángulo con que sale el rayo reflejado en el espejo vertical respecto a la horizontal, también vale α.
Se cumple que:



$$\beta = \pi - \alpha$$

$$i_2 = -\beta = -\alpha$$

$$r_2 = -i_2 = \alpha$$

CUESTIÓN PRÁCTICA:

¿Qué influencia tienen en la medida experimental de *g* con un péndulo simple, las siguientes variables?
a) La masa.
b) El número de oscilaciones.
c) La amplitud de las oscilaciones.

Solución:

La medida experimental de *g* se basa en la medida de tiempos de un número de oscilaciones para calcular el período del péndulo, y, a partir de la ecuación, calcular el valor de *g*.

a) Ninguna. La expresión del período *T* de un péndulo de longitud *l* es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

donde *g* es la aceleración de la gravedad.
La masa no aparece en la expresión y no afecta al valor del período.

b) Ninguna. Es conveniente que el número de oscilaciones sea del orden de 10 o 20 para aumentar la precisión de la medida.

c) Ninguna. Se considera que el comportamiento se puede tomar como armónico para ángulos menores de 15º. Siempre que las amplitudes sean pequeñas no influirán en la medida de *g*.

Cuestiones y problemas de las Pruebas de Acceso a la Universidad (P.A.U.) en Galicia.
Respuestas y composición de Alfonso J. Barbadillo Marán, alfbar@bigfoot.com, I.E.S. Elviña, La Coruña
Algunas ecuaciones se han construido con las macros de la extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou
La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de traducindote, de Óscar Hermida López.
Algunos cálculos se hicieron con una hoja de cálculo OpenOffice (o LibreOffice) hecha por Alfonso Barbadillo Marán.